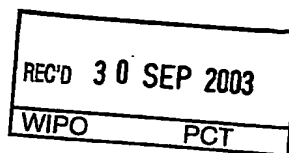




Rec'd PCT/PTO

23 DEC 2004  
PCT/FR 03/02092



# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 16 JUIL. 2003

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

DOCUMENT DE PRIORITÉ  
PRÉSENTÉ OU TRANSMIS  
CONFORMÉMENT À LA  
RÈGLE 17.1.a) OU b)

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
www.inpi.fr

BEST AVAILABLE COPY


INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 03

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

## BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354-01

## REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Remplir impérativement la 2ème page.

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DS 640 W / 150800

<b>REMISE DES PIÈCES</b> DATE <b>18 JUIN 2003</b> LIEU <b>75 INPI PARIS F</b> N° D'ENREGISTREMENT <b>0307378</b> NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI <b>18 JUIN 2003</b>		<b>NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE</b> VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR Propriété Industrielle 2, rue André Bouille - BP 150 94017 Créteil Cedex (FR) Attn de Pascal LETEINTURIER	
Vos références pour ce dossier (facultatif) MFR0089BNI			
Confirmation d'un dépôt par télécopie <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
<b>2 NATURE DE LA DEMANDE</b>		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale ou demande de certificat d'utilité initiale		N°	Date <input type="text"/>
		N°	Date <input type="text"/>
Transformation d'une demande de brevet européen		<input type="checkbox"/>	Date <input type="text"/>
<b>3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)</b> MODULE DE CONTRÔLE ET DE PUISSANCE D'UN ALTERNO-DÉMARREUR INTÉGRABLE			
<b>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>		Pays ou organisation Date <b>104 / 07 / 2002</b> N° <b>02 08420 F R</b> Pays ou organisation Date <input type="text"/> N° Pays ou organisation Date <input type="text"/> N° <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
<b>5 DEMANDEUR</b>		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR	
Prénoms			
Forme juridique		S.A.S.	
N° SIREN		9 . 5 . 5 . 5 . 0 . 2 . 9 . 3	
Code APE-NAF		. . . .	
Adresse	Rue	2, rue André Bouille	
	Code postal et ville	94017	Créteil Cedex
Pays		France	
Nationalité		Française	
N° de téléphone (facultatif)		01 48 98 86 64	
N° de télécopie (facultatif)		01 48 98 12 10	
Adresse électronique (facultatif)		pascal.leteinturier@valeo.com	



# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 2/2

REMISE DES PIÈCES DATE <b>18 JUIN 2003</b> LIEU <b>75 INPI PARIS F</b> N° D'ENREGISTREMENT <b>0307378</b> NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réservé à INPI	
Vos références pour ce dossier : (facultatif)		MFR0089BNI	
<b>5 MANDATAIRE</b> Nom Prénom Cabinet ou Société		LETEINTURIER Pascal VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR	
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		PG 7603	
Adresse	Rue Code postal et ville	2, rue André Boulle 94017 Créteil Cedex	
N° de téléphone (facultatif)		01 48 98 86 64	
N° de télécopie (facultatif)		01 48 98 12 10	
Adresse électronique (facultatif)		pascal.leteinturier@valeo.com	
<b>7 INVENTEUR (S)</b> Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée	
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b> Établissement immédiat ou établissement différé		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
Paiement échelonné de la redevance		<input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
<b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>		Paiement en deux versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence) :	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Sulte», indiquez le nombre de pages jointes			
<b>10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire) LETEINTURIER Pascal (PG 7603)		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI 	

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire.  
 Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

**Module de contrôle et de puissance d'un altemo-démarreur intégrable****Domaine de l'invention**

- 5 L'invention concerne un module de contrôle et de puissance d'un altemo-démarreur destiné à alimenter en électricité le réseau de bord d'un véhicule automobile et à charger la batterie de ce véhicule. L'invention trouve des applications dans le domaine de l'industrie automobile et, en particulier, dans le domaine des alternateurs-démarreurs de véhicule automobile.

**Etat de la technique**

- 10 Dans un véhicule automobile, l'alternateur permet de transformer un mouvement de rotation du rotor inducteur, entraîné par le moteur thermique du véhicule, en un courant électrique induit dans les bobinages du stator. L'alternateur peut aussi être réversible et constituer un moteur électrique, ou machine électrique tournante, permettant d'entraîner en rotation, via l'arbre de
- 15 rotor, le moteur thermique du véhicule. Cet alternateur réversible est appelé altemo-démarreur, ou alternateur-démarreur. Il permet de transformer l'énergie mécanique en énergie électrique et vice versa. Ainsi, un altemo-démarreur peut démarrer le moteur thermique du véhicule automobile, ou encore, fonctionner en mode moteur pour entraîner le véhicule automobile. En général, le stator
- 20 comporte trois bobinages, de sorte que l'alternateur est de type triphasé. En variante, l'alternateur est du type hexaphasé et peut être bobiné avec des barres de conducteurs formant des épingles. Lorsque l'altemo-démarreur fonctionne en mode démarreur ou en mode moteur, il doit transmettre au moteur thermique un couple très élevé.

- 25 Cette machine de type polyphasé et réversible fonctionne donc en alternateur pour, notamment, charger la batterie du véhicule et en démarreur pour entraîner le moteur à combustion interne, dit aussi moteur thermique, du véhicule automobile pour son démarrage.

- 30 A cet effet, une unité de puissance connectée sur les phases de l'induit de l'alternateur, sert de pont de commande de ces phases en mode moteur et fait office de pont redresseur lorsque l'alternateur-démarreur fonctionne en mode alternateur.

De manière connue, cette machine tournante formant alternateur comprend :

- 35 - un rotor bobiné constituant l'inducteur associé classiquement à deux bagues collectrices et deux balais par lesquels est amené le courant d'excitation ;

- un stator polyphasé portant plusieurs bobines ou enroulements, constituant l'induit, qui sont connectés en étoile ou en triangle dans le cas le plus fréquent d'une structure triphasée et qui délivrent vers le pont redresseur, en fonctionnement alternateur, la puissance électrique convertie.

5 Le pont est relié aux différentes phases de l'induit et est monté entre la masse et une borne d'alimentation de la batterie. Ce pont présente, par exemple, des diodes associées à des transistors de type MOSFET.

Le fonctionnement en mode moteur d'un tel alternateur s'effectue en imposant, par exemple, un courant continu dans l'inducteur et en délivrant de  
10 manière synchrone, sur les phases du stator, des signaux déphasés de  $120^\circ$ , idéalement sinusoïdaux mais éventuellement trapézoïdaux ou carrés.

Ce pont redresseur en mode alternateur, et de commande en mode moteur, est piloté par une unité de contrôle. L'unité de puissance, constituée par le pont de redressement et de commande, et l'unité de contrôle constitue un  
15 module de contrôle et de puissance implanté le plus souvent à l'extérieur de la machine électrique tournante à laquelle elle est reliée par un moyen de liaison électrique aux bornes de sortie des phases du stator.

Il est, en outre, prévu des moyens pour le suivi de la position angulaire du rotor pour, en mode moteur électrique, injecter au bon moment du courant  
20 électrique dans le bobinage concerné du stator.

Ces moyens, avantageusement de type magnétique, envoient des informations à l'unité de contrôle et sont décrits par exemple dans les documents FR-2 807 231 et FR 2 806 223.

Ces moyens comportent donc une cible calée en rotation sur le rotor ou  
25 la poulie de la machine et au moins un capteur du type à effet Hall ou magnéto-résistif détectant le passage de la cible, avantageusement du type magnétique.

De préférence, au moins trois capteurs sont prévus, ceux-ci étant portés par le palier avant ou arrière que comporte la machine électrique tournante pour supporter, de manière fixe, le stator et, à rotation, le rotor.

30 On souhaite, dans certains cas, améliorer les performances de démarrage d'un alternateur-démarreur. Ainsi, il est possible de surexciter le rotor pour obtenir plus de couple au démarrage.

Cette surexcitation peut être réalisée par une surtension aux bornes du bobinage d'excitation et/ou une surintensité dans le bobinage d'excitation par  
35 rapport à un alternateur conventionnel.

Ceci peut être réalisé à l'aide d'un survolteur électronique surexcitant le bobinage du rotor uniquement en mode démarrage.

Cette machine a ici la structure d'un alternateur classique, par exemple, du type de celui décrit dans le document EP-A-0 515 259 auquel on se reportera pour plus de précisions.

5 Cette machine est donc à ventilation interne (refroidissement par air), son rotor portant au moins à l'une de ses extrémités axiales un ventilateur. En variante la machine est refroidie par eau.

10 Plus précisément le rotor est un rotor à griffes avec des roues polaires portant à leur périphérie externe des dents d'orientation axiale et de forme trapézoïdale. Les dents d'une roue polaire sont dirigées vers les dents de l'autre roue polaire, lesdites dents de forme globalement trapézoïdale étant réparties de manière imbriquée d'une roue polaire à l'autre.

Bien entendu, comme décrit par exemple dans le document FR-A-2 793 085, des aimants permanents peuvent être intercalés entre les dents des roues polaires pour augmenter le champ magnétique.

15 Le rotor porte un bobinage d'excitation entre les flasques de ses roues polaires. Ce bobinage comporte un élément électriquement conducteur qui est enroulé avec formation de spires. Ce bobinage est un bobinage d'excitation qui, lorsqu'il est activé, magnétise le rotor pour créer, à l'aide des dents, des pôles magnétiques. Les extrémités du bobinage du rotor sont reliées chacune à une  
20 bague collectrice sur chacune desquelles frotte un balai. Les balais sont portés par un porte-balais solidaire du palier arrière de la machine portant centralement un roulement à billes supportant à rotation l'extrémité arrière de l'arbre portant à solidarisation le rotor.

25 L'extrémité avant de l'arbre est supportée à rotation par un roulement à billes porté par le palier avant de la machine. L'extrémité avant de l'arbre porte à l'extérieur de la machine une poulie appartenant à un dispositif de transmission de mouvement comportant au moins une courroie en prise avec la poulie. Le dispositif de transmission de mouvement établit une liaison entre la poulie et un organe, tels qu'une autre poulie, entraîné en rotation par le moteur  
30 à combustion interne du véhicule.

Lorsque la machine – ici un alternateur-démarrreur – fonctionne en mode alternateur, c'est-à-dire comme générateur électrique, la poulie est entraînée en rotation par le moteur à combustion interne du véhicule via au moins la courroie précitée. Lorsque la machine fonctionne en mode démarrreur, c'est-à-dire en  
35 moteur électrique, la poulie entraîne en rotation le moteur du véhicule via la courroie.

Les paliers avant et arrière, ajourés pour la ventilation interne de la

machine, sont reliés entre eux, par exemple à l'aide de tirants, et appartiennent au support de la machine destiné à être fixé sur une partie fixe du véhicule. Ce support porte de manière fixe à sa périphérie externe le stator constitué usuellement par un paquet de tôles dotées d'encoches pour le montage des bobines ou plus généralement des enroulements du stator dont les sorties sont  
5 reliées au pont redresseur et de commande précité.

Les bobines ou enroulements du stator sont formés par des fils ou des enroulements en barres comme décrit par exemple dans le document WO92/06527 ; les barres peuvent être de section rectangulaire.

10 Le stator entoure le rotor, dont les balais sont reliés à un régulateur de l'alternateur pour maintenir la tension de l'alternateur à une tension voulue ici de l'ordre de 14V, pour une batterie de 12V.

Le module de contrôle et de puissance et le régulateur sont ici montés dans un boîtier électronique implanté à l'extérieur de la machine électrique tournante. Le régulateur peut également être intégré dans l'unité de contrôle.  
15 Ce boîtier porte des moyens de commutation, comportant des interrupteurs de puissance, une unité de commande et un circuit de surexcitation. Le circuit de surexcitation est actif en mode démarrage pour rendre maximal le couple de démarrage de l'alternateur-démarrreur et démarrer plus aisément le moteur à  
20 combustion interne, dit aussi moteur thermique, du véhicule automobile, soit lors d'un démarrage à froid, soit lors d'un redémarrage après par exemple un arrêt à un feu rouge, le moteur ayant été coupé pour réduire à la consommation de carburant et réaliser ainsi une fonction dite de «Stop and GO».

Ce circuit de surexcitation reçoit en entrée la tension de réseau de bord délivrée par la batterie et/ou l'alternateur et délivre aux bornes du bobinage d'excitation une tension supérieure à cette tension de réseau de bord.  
25

Le régulateur peut comporter des moyens qui permettent, dans le cas où l'alternateur-démarrreur se déchargerait sur le réseau de bord en étant déconnecté par rapport à la batterie (cas de « load dump » selon la terminologie anglo-saxonne généralement utilisée par l'homme du métier), de  
30 commander immédiatement l'ouverture d'un commutateur de puissance qui alimente la bobine d'excitation, afin de réaliser une démagnétisation rapide de l'alternateur, notamment de son rotor.

Actuellement, il est classique de réaliser une unité de puissance dans laquelle le pont redresseur comporte des transistors de puissance connectés  
35 pour former un pont d'interrupteurs, et dans lequel les transistors sont commandés en synchronisme avec le courant présent dans un enroulement

induit de l'alternateur (redressement synchrone). Cependant, il est nécessaire de piloter les transistors au moyen d'une unité de contrôle relativement sophistiquée comme, par exemple, un microcontrôleur, des sondes de courant détectant le sens du courant dans les bobinages de l'induit de l'alternateur, un pont image, etc. L'un de ces ponts redresseurs est décrit dans la demande de brevet FR-A-2 806 553. Ce pont redresseur est représenté sur la figure 1. Il comporte trois branches B1, B2, B3 de au moins deux transistors chacune, connectée chacune entre une phase de l'alternateur  $\phi 1$ ,  $\phi 2$ ,  $\phi 3$ , l'alimentation  $U_a$  du réseau de bord et la masse GND. Chaque transistor T1 à T6 est piloté par une unité de commande U1 à U6. Ces unités de commande U1 à U6 forment ensemble l'unité de contrôle de l'unité de puissance formée par le pont d'interrupteurs. Chacune de ces unités de commande est prévue pour comparer une tension de phase de l'alternateur avec une tension de référence et pour commander un des transistors du pont redresseur, en fonction du résultat de la comparaison. Chacune de ces unités de commande comporte des moyens distincts de ceux des autres unités et prévus pour réaliser, de manière distincte des autres unités, une comparaison et une compensation des variations de sa tension de référence, de sorte que chaque unité ne nécessite aucun signal que ceux ayant même variation que la tension de phase et que ceux ayant même variation que sa tension de référence. Chaque unité de commande U1 à U6 commande un transistor de puissance T1 à T6.

Cette unité de contrôle, comme la plupart des unités de contrôle connues actuellement, nécessite un nombre de composants électroniques important puisqu'il nécessite une unité de commande par transistor du pont redresseur.

Les composants utilisés pour réaliser l'unité de puissance sont donc placés et connectés sur une première carte électronique et forment l'étage de puissance.

Les composants utilisés pour réaliser l'unité de contrôle sont placés et connectés sur une seconde carte électronique.

Les deux cartes électroniques, formant le module de contrôle et de puissance, sont connectées ensemble par des fils électriques. Or, la liaison électrique de ces deux cartes nécessite un grand nombre de connexions entre les deux étages. En conséquence, le module de contrôle et de puissance est relativement encombrant, ce qui nécessite de le placer dans un boîtier distinct du boîtier contenant l'ensemble électromécanique de l'alternateur.

Ainsi, contrairement aux alternateurs classiques qui sont entièrement



intégrés dans un même boîtier, l'alternateur-démarrateur nécessite deux boîtiers, à savoir un boîtier comportant l'alternateur-démarrateur lui-même et un boîtier contenant le module de contrôle et de puissance. Un alternateur-démarrateur nécessite donc un encombrement supérieur à un alternateur classique. De plus, 5 il entraîne, pour l'utilisateur, une difficulté de mise en place supplémentaire, dans le véhicule automobile, car c'est au constructeur automobile de connecter les deux boîtiers ensemble.

#### ***Exposé de l'invention***

L'invention a justement pour but de remédier aux inconvénients des 10 techniques exposées précédemment. A cette fin, l'invention propose un module de contrôle et de puissance miniaturisé et pouvant être intégré dans le boîtier de l'alternateur-démarrateur. Ce module comporte une unité de puissance dans laquelle les transistors d'une même branche du pont redresseur sont pilotés par un driver implanté à proximité des transistors et contrôlé par un circuit de 15 gestion qui peut être placé à distance du driver.

Ainsi la présente invention présente l'avantage de réduire la longueur des connexions entre les drivers et l'unité de puissance. Certaines de ces connexions étant utilisées pour des mesures, par exemple des mesures de 20 tension présentent dans l'unité de puissance, la réduction de la longueur de ces connexions dédiées aux mesures permet de garantir une bonne précision de ces mesures par l'élimination de perturbation parasite pouvant affecter des connexions de grande longueur.

Le driver de l'unité de contrôle de l'invention peut piloter plusieurs transistors simultanément, c'est-à-dire les transistors d'une même branche du 25 pont redresseur. Ce driver présente donc l'avantage d'être peu encombrant tout en contenant un nombre important de fonctions. Du fait de son relativement faible encombrement, il peut être placé sur l'étage de puissance, à proximité des transistors de l'unité de puissance qu'il pilote.

Plus précisément, l'invention concerne un module de contrôle et de 30 puissance d'un alternateur-démarrateur pour véhicule automobile, connecté entre l'alternateur-démarrateur, un réseau de bord et une ligne de masse du véhicule, comportant :

- une unité de puissance comprenant un pont de transistors à plusieurs branches,
- 35 - une unité de contrôle pour comparer une tension de phase de l'alternateur-démarrateur avec une tension de référence et commander les transistors de l'unité de puissance en fonction du résultat de la comparaison,

caractérisé en ce que l'unité de contrôle comprend :

- un driver pour chaque branche du pont de transistors de l'unité de puissance, ledit driver étant connecté à proximité des transistors de la branche de l'unité de puissance, et

5 - un circuit de gestion pour commander les drivers.

**Brève description des figures**

La figure 1, déjà décrite, est une représentation schématique d'un module de contrôle et de puissance selon l'art antérieur.

10 La figure 2 représente un module de contrôle et de puissance selon l'invention.

La figure 3 représente les différentes connexions d'un driver dans une unité de contrôle de l'invention.

La figure 4 représente les connexions électriques entre un driver et les transistors de l'unité de puissance qu'il pilote.

15 La figure 5 représente un mode d'intégration du module de contrôle et de puissance de l'invention, à l'arrière d'un boîtier d'alternateur-démarrreur.

La figure 6 représente une vue en élévation d'un mode de réalisation d'un module de puissance selon l'invention.

La figure 7 est une vue en coupe selon la ligne A-A de la figure 6.

20 La figure 8 est une vue en coupe de la réalisation d'un module de puissance selon un autre mode de réalisation.

Les figures 9 à 11 représentent un mode de connexion à la masse des modes de réalisation correspondant aux figures 6 à 8.

La figure 12 et un autre mode de réalisation de l'invention.

25 **Description détaillée de modes de réalisation de l'invention.**

30 La figure 2 représente le module de contrôle et de puissance 100 de l'invention, connecté à l'alternateur-démarrreur. Plus précisément, cette figure 2 montre un alternateur-démarrreur 3 triphasé dont chaque phase  $\phi 1$ ,  $\phi 2$  et  $\phi 3$  est connectée à une des branches, respectivement B1, B2 et B3, de l'unité de puissance 1. Chacune des 3 branches du pont redresseur ou de commande constituant l'unité de puissance 1 sont identiques. En conséquence, seule la branche B1 sera décrite en détail par la suite.

35 La branche B1 du pont redresseur 1 comporte deux interrupteurs 11 et 12, qui, dans l'invention, sont des transistors de puissance. Le transistor 11 est le transistor « high side » de la branche B1. Il est connecté entre la phase  $\phi 1$  de l'alternateur-démarrreur et l'alimentation  $U_a$  du réseau de bord du véhicule. Le transistor 12 est le transistor « low side » de la branche B1. Il est connecté

entre la phase  $\phi 1$  de l'alternodémarreur et la ligne de masse GND.

Le module de contrôle et de puissance comporte une unité de contrôle 50 comprenant d'une part, les drivers 10, 20, 30 pilotant chacun les transistors de puissance d'une même branche et, avantageusement, ces drivers  
5 comparent les potentiels de phase  $\phi 1$ ,  $\phi 2$ ,  $\phi 3$  de l'alternodémarreur avec le potentiel de masse du pont redresseur pour la commande du transistor 12 et avec le potentiel de sortie  $U_a$  du pont redresseur pour la commande du transistor 11, et d'autre part, un circuit de gestion 2 des drivers 10, 20 et 30.

Les branches du pont redresseur ainsi que les drivers qui les pilotent  
10 forment un premier étage du module de l'invention. Le circuit de gestion 2 forme un second étage.

Le driver 10 est connecté, en sortie, aux grilles des deux transistors 11 et 12. Ce driver 10 est lui même connecté, par son entrée, au circuit de gestion 2.

Chaque driver 10, 20 et 30 est contrôlé par le même circuit de gestion 2.  
15 Pour cela chaque driver reçoit en entrée différents signaux provenant du circuit de gestion 2. Ces signaux sont représentés sur la figure 3.

Ces signaux sont répartis en deux catégories :

- les signaux indiqués à gauche du driver : ce sont les signaux provenant du circuit de gestion ; et
- 20 - les signaux indiqués à droite du driver : ce sont les signaux reçus ou transmis à l'unité de puissance, c'est-à-dire aux transistors que pilote le driver.

L'un des signaux reçus du circuit de gestion est l'alimentation boost, nommée ALG, qui est la tension d'alimentation fournie par une source auxiliaire aux grilles des transistors 11 et 12. Le driver reçoit également, du circuit de  
25 gestion, des signaux de capteur SC qui sont des informations fournies par les capteurs de position du rotor de l'alternodémarreur pour indiquer position du rotor de la machine électrique tournante. Le circuit de contrôle fournit également au driver une information VD de validation du mode démarreur et une information VA de validation du mode alternateur. Ces deux derniers  
30 signaux permettent au driver de savoir si l'alternodémarreur doit travailler, à un instant précis, comme un alternateur ou comme un démarreur.

Sur cette figure 3, on a représenté également les signaux reçus et transmis à l'unité de puissance, c'est-à-dire aux transistors 11 et 12 du pont redresseur. Le driver reçoit le potentiel d'alimentation  $U_a$  de l'alternodémarreur, à savoir le potentiel de l'alimentation du réseau de bord. Il reçoit  
35 également une information MUa qui est l'entrée de mesure du potentiel de cette ligne  $U_a$ . Le driver fournit en sortie un signal GHS qui est le signal de

commande de la grille du transistor de puissance 11. Le driver reçoit aussi l'entrée de phase PH provenant de l'alternateur ainsi que la mesure MPH du potentiel de l'entrée de phase. Le driver fournit aussi en sortie la commande GLS de la grille du transistor de puissance 12. Enfin, le driver reçoit le potentiel de la masse GND ainsi que la mesure MGND du potentiel de la masse.

Sur la figure 4, on a représenté un driver 10, 20, 30 du module de contrôle et de puissance 100 de l'invention, avec ses différents composants et ses différentes connexions. Sur cette figure 4, l'alternateur 3 fournit un signal de phase  $\phi 1$  aux transistors low side 12 et high side 11 ainsi qu'à l'entrée PH du driver. Il fournit aussi la mesure de phase au driver 10 sur son entrée MPH.

Sur cette figure 4, les entrées des mesures MPH MGND et MUA ont été représentées à gauche du driver pour une simple question de simplification de la figure. En pratique, comme montré sur la figure 3, ces trois entrées sont placées sur le côté droit du driver, c'est-à-dire sur le côté de l'unité de puissance.

Le transistor 12 est connecté à la masse GND ainsi qu'à l'entrée MGND du driver. Le transistor 11 est connecté à la ligne de tension  $U_a$  ainsi qu'à l'entrée MUa du driver.

Deux comparateurs C11 et C12 sont connectés, respectivement, entre les entrées MUa et MPH et entre les entrées MPH MGND du driver. Le signal de sortie du comparateur C11 fournit une valeur de comparaison entre la valeur de la phase MPH et la valeur de la tension de référence  $U_a$ . Le signal de sortie du comparateur C12 fournit une valeur de comparaison entre la valeur de la phase MPH et la valeur de la masse MGND. Ces valeurs de comparaison sont ensuite traitées numériquement par un circuit logique 13 pour en déduire si c'est la grille du transistor 11 et/ou la grille du transistor 12 doivent être fermées et/ou ouvertes. Les grilles G11 et G12 des transistors de puissance respectifs 11 et 12 sont chargés et déchargés par des sources de courant, respectivement, S11 et S12. La source de courant S11 est réalisée, par exemple, à partir de deux transistors SHC et SHD. La source de courant S12 est réalisée, par exemple, à partir de deux transistors SLC et SLD.

L'entrée ALG est un potentiel élevé, délivré par le circuit de gestion 2 pour charger correctement la grille des transistors de puissance 11 et 12, par l'intermédiaire des sources de courant S11 et S12. Ce potentiel ALG peut être, par exemple :  $ALG = U_a + 16 \text{ volts}$

Le fonctionnement du driver de la figure 4 est le suivant : en mode démarreur, des capteurs de position, placés sur le rotor de l'alternateur qui travaille en machine synchrone, repère la position du rotor. Les signaux capteurs SC sont transmis au circuit de gestion 2 qui les traite et les applique à l'entrée SC du driver. Les grilles G11 et G12 des transistors 11 et 12 sont commandées en fonction des signaux reçus sur l'entrée SC, par l'intermédiaire du circuit logique 13 et des sources de courant S11 et S12.

En mode alternateur, les transistors de puissance 11 et 12 fonctionnent en redressement synchrone, c'est-à-dire que les comparateurs C11 et C12 détectent le niveau de phase sur l'entrée MPH, par rapport au potentiel de masse sur l'entrée MGND et au potentiel de sortie sur l'entrée MUa. Le résultat de cette comparaison est appliqué aux grilles G11 et G12 par l'intermédiaire du circuit logique 13 et des sources de courants S11 et S12.

Le mode alternateur ou démarreur est sélectionné sur le driver par les entrées logiques respectives VA et VD. Par exemple, lorsque le mode alternateur est sélectionné, l'entrée VA reçoit un signal logique à 1 et l'entrée VD un signal à 0. Et inversement lorsque le mode démarreur est sélectionné. Le niveau logique 1 est, par exemple, une tension de 5 volts et le niveau logique 0 une tension nulle.

Les entrées de mesures de la phase MPH, du potentiel MUa et de la masse MGND permettent d'éviter les effets des perturbations créées par les courants qui circulent dans les connexions PH, Ua et GND. Ces perturbations peuvent être provoquées, par exemple, par la résistance des connexions entre composants entre eux ou sur le substrat de la carte électronique.

Chaque driver étant situé à proximité des potentiels PH, VA, GND à mesurer, les entrées de mesure MPH, MVA, MGND utilisent des connexions de longueur réduite, ce qui diminue d'autant la sensibilité de ces entrées par rapport aux perturbations pouvant transiter par ces connexions ce qui justifie davantage l'architecture proposée selon l'invention.

Par contre, le circuit de gestion 2 peut être éloigné des drivers car il ne transmet que des potentiels peu critiques (alimentation ALG, niveaux logiques VA, VD, SC) contrairement aux entrées de mesure (MPH, MVA, MGND).

Les grilles des transistors 11 et 12 doivent pouvoir être portées à des potentiels supérieurs au potentiel Ua de sortie de l'alternateur-démarreur. Dans ce but, le circuit de contrôle délivre sur la borne ALG une tension  $U_a + 16$  volts,  $\pm 1$  qui permet d'alimenter les grilles G11 et G12 des transistors 11 et 12. Si la tension sur la borne ALG n'est pas suffisante, alors les transistors de puissance

11 et 12 sont ouverts.

Le fonctionnement du module de contrôle et de puissance 100 de l'invention va maintenant être décrit. En mode repos, c'est-à-dire lorsque le véhicule est à l'arrêt et que la clé de contact est ouverte (c'est-à-dire non tournée dans la serrure du commutateur d'allumage), alors le transistor 11 est ouvert tandis que le transistor 12 est fermé. Cette condition est obtenue lorsque les entrées logiques VD et VA sont toutes deux au niveau 0. Lorsque le moteur du véhicule est arrêté et que la clé de contact est ouverte, le circuit de gestion 2 est inactif et ne peut délivrer la tension  $U_a + 16$  volts sur l'entrée ALG du driver. En conséquence, on applique sur la grille G12 du transistor 12 une tension dont la valeur minimale est  $U_a - 1$  volts.

En d'autres termes, lorsque la clé est ouverte et que VD et VA sont à 0 alors la tension de grille du transistor 11 est inférieure ou égale à 0,2 volts et la tension de grille du transistor 12 est supérieure à  $U_a - 1$  volts.

Le courant consommé par le driver, dans ces conditions, est inférieur à 10 micro-ampères, à 25° C.

Lorsque le véhicule est à l'arrêt et que l'on tourne la clé de contact dans la serrure du commutateur d'allumage (c'est-à-dire la clé de contact est fermée) alors cela entraîne la mise en route du circuit de contrôle 2. Ce circuit de gestion 2 est alors actif et peut délivrer la tension  $U_a + 16$  volts sur l'entrée ALG du driver. Dans ces conditions, le potentiel de grille G11 du transistor 12 est limité à 15 +/- 1 volts. Autrement dit, lorsque la clé est fermée et que VD et VA sont à 0, alors la tension de grille du transistor 11 reste inférieure ou égale à 0,2 volts et la tension de grille du transistor 12 est égale à 15 +/- 1 volts.

En mode démarreur, les entrées de validation VD et VA ne sont plus toutes deux à 0. Le mode démarreur fait intervenir aussi l'entrée du signal capteur SC. Ainsi, en mode démarreur, le pont redresseur fonctionne comme un onduleur. Chaque branche du pont redresseur est synchronisée avec le signal capteur SC, appliqué au driver correspondant. Le mode de fonctionnement en onduleur est obtenu quand VD est à 1 et que l'entrée VA est à 0.

Ainsi, si  $SC = 0$  et  $VA = 0$  et  $VD = 1$ , alors la tension de grille G11 du transistor 11 est inférieure à 0,2 volts et la tension de grille G12 du transistor 12 est égale à 15 +/- 1 volts. Au contraire, si  $SC = 1$  et  $VA = 0$  et  $VD = 1$ , alors la tension de grille G11 du transistor 11 est égal à 15 +/- 1 volt et la tension de grille G12 du transistor 12 est inférieure à 0,2 volts.

En mode alternateur, le pont redresseur fonctionne en redressement

synchrone. Cette fonction est activée quand l'entrée de validation VA est à 1 tandis que l'entrée VD est à 0. Dans ce cas, les comparateurs C11 et C12 du driver comparent, d'une part, la tension de phase PH à la tension Ua et, d'autre part, la tension de phase PH au potentiel de masse GND. Le résultat de la  
5 comparaison permet d'ouvrir et/ou de fermer les transistors 11 et 12 en synchronisme avec les courants circulants dans les bobinages induits de l'alternateur-démarrreur. L'effet sur les grilles des transistors 11 et 12 est le suivants :

- Si  $PH > Ua$  et  $VD = 0$  et  $VA = 1$  alors la tension de grille G11 du  
10 transistor 11 est égale à  $15 \pm 1$  volts et la tension de grille G12 du transistor 12 est inférieure à 0,2 volts, et en conséquence : le transistor 11 est fermé et le transistor 12 ouvert.

- Si  $Ua > PH > GND$  et  $VD = 0$  et  $VA = 1$  alors la tension de grille G11 du transistor 11 est inférieure à 0,2 volts et la tension de grille G12 du transistor 12  
15 est aussi inférieure à 0,2 volts, et en conséquence : les transistor 11 et 12 sont fermés.

- Si  $GND > PH$  et  $VD = 0$  et  $VA = 1$  alors la tension de grille G11 du transistor 11 est inférieure à 0,2 volts et la tension de grille G12 du transistor 12 est égale à  $15 \pm 1$  volts et en conséquence : le transistor 12 est fermé et le  
20 transistor 11 ouvert.

En mode de redressement classique, le circuit de contrôle 2 peut commander l'ouverture de tous les transistors de puissance 11, 12, 21, 22, 31 et 32 du pont redresseur pour supprimer le redressement synchrone. Ce mode de fonctionnement est obtenu quand les deux entrées de validation VD et VA  
25 sont au niveau logique 1. Le redressement s'effectue alors par les diodes propres à la technologie des transistors MOS.

Dans ce cas, quand  $VD = 1$  et  $VA = 1$  alors la tension de grille G11 du transistor 11 et la tension de grille G12 du transistor 12 sont inférieures  
chacune à 0,2 volts.

30 Les tensions de grille des transistors de puissance 11 et 12 sont contrôlées par des sources de courant constant, non représentées sur la figure par mesure de simplification. Le contrôle de la fermeture est réalisé par un courant de charge de grille de 100 milliampères, par exemple, et le contrôle de l'ouverture par un courant de décharge de grille de 400 milliampères, par  
35 exemple.

Sur la figure 5, on a représenté un exemple d'intégration du module de contrôle et de puissance de l'invention, à l'arrière d'un altemo-démarrreur. En

effet, le fait d'utiliser un seul driver pour commander les deux transistors d'une même branche du pont redresseur permet de diminuer le nombre de connexions vers l'unité de gestion 2.

En particulier, le driver est réalisé de façon à ce que, d'un côté, il  
5 comporte uniquement des connexions allant vers l'unité de puissance et, de l'autre côté, uniquement des connexions allant vers le circuit de gestion 2. De cette façon, le driver peut être facilement connecté à proximité des transistors de puissance qu'il pilote. En outre, dans cet exemple de réalisation, seule  
10 quatre connexions sont nécessaires entre un driver et le circuit de gestion 2, trois de ces quatre connexions étant de plus communes à tous les drivers. Il est donc aisé de séparer le circuit de gestion 2 des drivers. La taille du circuit de gestion 2 résultant de cette séparation se trouve ainsi très nettement réduite. Le circuit de gestion 2 peut donc être intégré dans un autre équipement du  
véhicule.

15 Dans l'exemple de la figure 5, le module de contrôle et de puissance 100 est intégré à l'arrière de l'alternateur. Sur la figure 5, on voit la face arrière d'un alternateur avec ses sorties de phases et son rotor. Dans le cas de cette figure 5, chaque driver est positionné au voisinage des transistors de puissance qu'il commande, l'ensemble étant situé à proximité d'une des  
20 sorties de phase de l'alternateur. Par exemple, le driver 10 est connecté juste à côté des transistors 11 et 12 de la branche B1 du pont redresseur, l'ensemble transistors et driver étant placé à proximité de la sortie de phase  $\phi_1$  de l'alternateur. De même, le driver 20 et les transistors 21 et 22 de la  
25 branche B2 du pont redresseur sont placés à côté de la sortie de phase  $\phi_2$  et le driver 30 et les transistors de la branche B3 sont placés à côté de la sortie de  $\phi_3$  de l'alternateur.

Dans l'exemple de la figure 5, chaque branche du pont redresseur  
comporte plusieurs transistors high side et plusieurs transistors low side. En  
30 effet, comme c'est classiquement le cas, plusieurs transistors (souvent 2 à 4) sont connectés en parallèle de façon à former un transistor de puissance plus important. Qu'il y ait un seul transistor de puissance ou plusieurs transistors connectés en parallèle, le fonctionnement est identique à celui qui vient d'être décrit.

L'extrémité de l'arbre 4 (schématisé par un rond sur la figure 5) qui porte  
35 le rotor de la machine électrique tournante comporte des capteurs de position 5 qui fournissent des indications sur la position du rotor au circuit de gestion 2. Ces informations de position du rotor sont traitées par le circuit de gestion 2



puis transmises aux entrées SC des drivers 10, 20 et 30.

Avantageusement, les connexions réalisées entre l'unité de gestion 2 et les différents drivers forment un arc de cercle positionné autour de l'arbre 4 portant le rotor.

5 Dans le cas de la figure 5, le module de contrôle et de puissance 100 est intégré dans le boîtier de l'alternateur. Cet ensemble peut aussi être intégré dans un autre équipement du véhicule, comme dans le boîtier de gestion de charge de la batterie.

10 Il est aussi possible d'intégrer uniquement l'unité de puissance avec ses drivers 10, 20, 30 respectifs et de placer le circuit de gestion 2 dans un boîtier extérieur à l'alternateur. Par exemple, le circuit de gestion 2 peut être intégré dans le boîtier de la batterie ou bien dans le boîtier de gestion de la batterie.

15 Dans un autre mode de réalisation, le module de contrôle et de puissance 100 est intégré dans un boîtier indépendant, extérieur à l'alternateur mais plus compact que dans l'art antérieur.

20 La figure 6 illustre un exemple de réalisation du premier étage 100b d'un module de contrôle et de puissance 100 selon l'invention. Comme décrit précédemment, ce premier étage comporte pour chacun des bras de redressement, correspondant chacun à une phase du stator, un driver 10 de mesure et de commande ainsi que les deux transistors de puissance. Ainsi, si on considère un premier bras de pont de redressement ou de commande nous avons le driver 10 ainsi que les deux transistors de puissance 11 et 12 précédemment décrits.

25 Selon l'invention, ce premier étage de contrôle et de puissance est avantageusement réalisé dans un boîtier indépendant. Les trois bras de pont étant identiques, il est ainsi possible d'utiliser un boîtier de puissance identique pour chacun des bras de pont.

30 Comme visible sur la figure 6, qui montre un premier étage de module de contrôle et de puissance selon une vue en élévation, les composants électroniques de puissance 11 et 12 sont placés sur des traces métalliques 104.

35 Avantageusement, la technologie utilisée est la technologie dite de report de puce ou puce nue dans laquelle le composant, dépourvu de boîtier de protection est directement fixé sur un support. En effet, ce boîtier électronique,

placé sous le capot moteur du véhicule automobile est soumis à de fortes contraintes thermique et il faut éviter d'utiliser des composants sous boîtier plastique. Avantageusement, il est donc préférable d'utiliser des composants sous boîtier métallique ou des composants montés selon la technologie dite de report de puce dans laquelle le composant est reporté sur une trace métallique. Le réseau obtenu par l'ensemble des traces métalliques constitue ce qu'on appelle le lead-frame.

Pour commander les phases du bobinage de la machine électrique en mode démarreur, il est nécessaire d'injecter de très forts courants. Ces courants peuvent atteindre une valeur d'environ 1000 Ampère lorsque le dispositif fonctionne sous une tension de réseau de bord traditionnelle d'environ 12 Volts. Ainsi, les transistors low-side et high-side 11 et 12 peuvent constituer en la mise en parallèle d'au moins deux transistors de puissance respectivement 11a, 11b et 12a, 12b.

Avantageusement le module de puissance 100b comporte une thermistance 102 (capteur de température) accessible par les signaux TH1, TH2.

Le driver 10 est soumis à des températures nettement inférieures à celles présentes au niveau des transistors de puissance. Il en est de même pour les traces constituant les signaux de commande ou de mesure ALG, SC, VD, GLS, GHS, TH ... aux fonctionnalités précédemment décrites.

La commande d'un alternateur-démarreur faisant intervenir de très forts courants, de très nombreux problèmes de conception se posent à l'homme du métier pour réaliser une commande de faible encombrement et apte à répartir les courants et la température de manière équilibrée au sein du module.

Ainsi, selon l'invention, chaque module, correspondant à un bras de pont, est lié à chacune des phases et fonctionne de manière indépendante sans être traversé par les courants provenant des autres modules. Ainsi la trace portant la sortie Ua est reliée à un seul endroit à un conducteur de puissance qui rassemble les courants provenant de tous les modules. Chacun des modules travaille donc de manière symétrique. D'autre part, les transistors de puissance 11a et 12a sont avantageusement assemblés de manière

parfaitement symétrique sur la trace métallique par rapport à l'entrée de phase  $\phi 1$ . Nous obtenons ainsi une répartition de courant parfaitement équilibrée. De même pour les transistors de puissance high-side 12a et 12b, ceux-ci sont montés sur leur trace métallique de manière la plus symétrique possible pour

5 les mêmes raisons. Cela est très important pour ne pas déséquilibrer les courants dans les transistors de puissance qui doivent travailler en parallèle avec des courants identiques. Ainsi, pour obtenir un module de puissance bien équilibré en courant selon l'invention et comme représenté sur la figure 6, les transistors de puissance low-side et high-side sont montés de manières

10 essentiellement perpendiculaire les uns par rapport aux autres. Cette configuration présente en outre l'avantage de réaliser toutes les connexions par wire-bonding sans faire aucun recouvrement au dessus de traces de signal ou de puissance quelconque. Ainsi, toutes les connexions sont réalisées avec des conducteurs 101 de courte longueur ce qui présente l'avantages d'obtenir un

15 module fiable résistant notamment aux vibrations. En effet, l'environnement automobile est très vibratoires, et les fils de connexions par bonding sont soumis à de fortes vibrations qui peuvent les rompre et contribuer au disfonctionnement du système alternateur-démarreur. La réduction au maximum de la longueur de ces fils de connexion augmente leur fréquence de

20 résonnance ce qui les rend insensibles aux vibrations appliquées aux module de puissance.

Comme indiqué précédemment, un but de l'invention est de réaliser une commande pour alternateur-démarreur compacte avec un grand pouvoir de refroidissement tout en présentant une grande fiabilité de fonctionnement dans

25 le temps.

Pour réaliser un tel module de puissance apte à faire circuler des courants pouvant monter à environ 1000 ampères, l'état de la technique propose certaines solutions.

30 Le module de puissance pourrait être réalisé selon la technologie connue à substrat de type DBC (pour « Direct Bounded Copper »), qui comporte trois couches. Une première couche est constituée d'une trace métallique gravée formant les liaisons d'un circuit électrique, une deuxième couche intermédiaire est une plaque de matériau isolant électriquement tel qu'une céramique, par

35 exemple de l'oxyde d'alumine, et une troisième couche est une plaque métallique constituée de cuivre ou de cuivre nickelé. On obtient ainsi une structure sandwich cuivre-alumine-cuivre.

L'ensemble constitué du substrat de type DBC et des composants électroniques de puissance brasés ou collés est à son tour brasé sur une plaque de cuivre, formant support mécanique et dissipateur thermique. Dans cette technologie, les traces de cuivres présentent une faible épaisseur en sorte  
5 que pour faire passer de forts courant, il est nécessaire d'augmenter considérablement la surface des traces ce qui augmente très fortement l'encombrement du module de puissance. De plus, cette technologie n'est pas applicable aux applications faisant appel à de forts courants car la capacité thermique offerte par la faible épaisseur du cuivre n'est pas suffisante. D'autre  
10 part, il est très difficile de réaliser des formes particulières, telle que des formes arrondies qui sont plus particulièrement adaptées pour s'intégrer sur des applications telles que par exemple l'arrière d'une machine électrique tournante du fait de la fragilité de l'alumine. D'autre part, l'alumine est peu résistante aux vibrations, telles que celles présentent à l'intérieur d'un bloc moteur de véhicule  
15 automobile.

Le substrat peut également être de type SMI (Substrat Métallique Isolé). Dans ce cas, la plaque de céramique est remplacée par une plaque de résine, pouvant supporter une première couche constituée d'une trace métallique de  
20 cuivre très fine. La troisième couche de dissipation thermique peut dans ce cas être constituée d'une plaque métallique en aluminium ou en cuivre.

Dans le cas où le substrat utilisé est un substrat de type DBC, le module de puissance est robuste et supporte une forte puissance mais a un prix de revient élevé. Dans le cas d'un substrat de type SMI, la trace métallique  
25 découpée peut être plus complexe et on peut disposer un plus grand nombre de composants électroniques de puissance sur celui-ci, mais le module est moins résistant aux fortes puissances et aux contraintes d'environnement sévères.

Dans les deux cas, le chemin thermique entre les composants  
30 électroniques de puissance et des moyens de refroidissement extérieurs au module de puissance est long puisqu'il nécessite de traverser au moins les nombreuses couches du substrat que comportent ces deux technologies.

L'invention vise à remédier aux inconvénients des modules de puissance  
35 classiques, en fournissant un module de puissance dont la fabrication est peu chère, et dont la structure permet un refroidissement efficace à l'aide de

moyens de refroidissement extérieurs et par le faible nombre d'interfaces thermiques à traverser.

5        Ainsi comme représenté à la figure 7 le module de puissance comporte des traces métalliques de puissance 104 destinées à recevoir par exemple les composants de puissance 11a et 11b reliés à la sortie de phase du bobinage du stator de la machine électrique. Cette même trace métallique peut également porter une thermistance 102 pour apprécier la température du module. Ce module de puissance, comme décrit précédemment peut comporter d'autres  
10    traces métalliques de puissance 104. Ainsi comme représenté sur la figure 7, une autre trace métallique de puissance porte le composant de puissance 12 relié à la sortie +Ua dans notre exemple de réalisation.

15        Avantageusement, ces traces métalliques sont réalisées à partir d'une même plaque métallique conductrice dans laquelle les traces métalliques sont par exemple réalisées par estampage. Avantageusement, et pour obtenir un module compact selon l'invention, les traces métalliques réalisées à partir de la plaque métallique, de préférence en cuivre, est de forte épaisseur pour le passage des forts courants. Ainsi l'épaisseur de ces traces peut varier entre 0.6  
20    mm et 2mm. Les techniques usuelles précitées ne permettent pas d'obtenir des traces d'une telle épaisseur au sein du substrat lui-même. En effet les épaisseurs usuellement utilisées pour la réalisation de traces ne dépasse guère les 400µm d'épaisseur. Pour des raisons évidentes, il n'est pas envisageable de réaliser des traces d'une telle épaisseur par des opérations de gravure  
25    classiques.

      Pour assurer un bon positionnement des traces les unes par rapport aux autres, des ponts métalliques sont réalisés lors de l'opération d'estampage. Bien évidemment, ces ponts métalliques seront supprimés lors d'une opération  
30    de deshontage qui sera réalisée en fin de procédé.

      Avantageusement pour simplifier la réalisation de ce module de puissance, les traces métalliques de faible puissance destinées par exemple aux signaux de commande peuvent également être réalisées à partir de cette plaque métallique de forte épaisseur, leurs positionnement étant également  
35    réalisé par des ponts métalliques. L'ensemble de ces traces métalliques constitue le lead-frame.

      Afin d'obtenir un lead-frame présentant une bonne cohésion mécanique,

il est nécessaire de l'agencer avec un dispositif pour former un support. De plus, ce support doit être apte à évacuer efficacement la chaleur émise par le passage des forts courants. Ainsi selon l'invention, il est proposé d'injecter une résine 107 dans les espaces laissés libres entre les traces métalliques. Cette  
5 opération peut être facilement réalisée en plaçant le lead-frame entre deux plaques constituant le moule pour l'injection. Ainsi, à l'issue de l'opération d'injection de la résine tous les interstices entre les traces sont occupés par de la résine. L'opération de deshunting peut être réalisée à l'issue de cette opération.

10       Avantageusement cette résine sera de type thermoplastique telle que du PPS (polysulfure de phénylène) ou du PA 6.6 (polyamide 6.6) ou du PBT (polybutylène téréphtalate). Le PPS présente en outre l'avantage d'être ininflammable (norme UL94V0).

15       Pour augmenter la cohésion mécanique du support formé par le lead-frame et la résine, les moules peuvent comporter des évidements afin que la résine recouvre localement les traces métalliques sur une faible portion 140  
comme visible à la figure 8. Dans le même esprit, le bord des traces métalliques peut présenter des formes particulières, telle qu'un biseau 141 pour assurer un meilleur ancrage de la résine.

20       Après l'opération de deshunting, les composants, dont notamment les composants de puissance, peuvent être solidarisés sur les traces métalliques par exemple par brasage selon un procédé de chauffage par laser ou par four (convection ou infrarouge). Cette brasure permet un contact électrique et thermique entre le composant et la trace métallique.

25       Ainsi selon l'invention, et comme illustré à la figure 8, on obtient un module électronique de puissance dans lequel les traces métalliques, portant notamment les composants de puissance 117, sont accessibles depuis l'extérieur par les faces opposées 114 à celles portant lesdits composants.

30       Le support du module de puissance selon l'invention est réalisé en sorte qu'au moins les traces métalliques de puissance sont en partie accessibles sur leurs faces supérieures et inférieures, la face supérieure étant destinée à recevoir le composant électronique de puissance et la face inférieure 114 destinée à coopérer avec un dispositif de refroidissement tel que le radiateur 113 illustré à la figure 7. Avantageusement, les faces inférieures

35       Afin d'assurer un bon contact thermique entre ces faces 114 et la face supérieure 115 du radiateur 113, il est prévu de mettre un élément 108 avantageusement élastique thermoconducteur et électriquement non

conducteur pour d'une part bien évacuer la chaleur, et d'autre part, pour isoler électriquement les traces métalliques entre elles. Un tel élément peut par exemple être un tissu de verre imprégné d'une résine époxy ou polyamide (TVI) ou une résine thermoplastique thermoconductrice à changement de phase. Un

5 matériau thermoconducteur et isolant électrique présentant deux faces adhésives ou une colle thermoconductrice comportant des billes de verre formant entretoises peuvent également convenir. La résine à changement de phase présente l'avantage de fluier sous l'action de la chaleur. Ainsi si le

10 radiateur ou la face inférieure du module de puissance présente des défauts de planéité, alors cette résine à changement de phase est apte à colmater ces irrégularités. Avantageusement, les traces amenées à sortir du module pour communiquer avec l'extérieur présente avantageusement un coude 118 orienté vers le haut du module de manière à les éloigner de la surface supérieure 115 du module de refroidissement.

15

Un tel module, correspondant à chacun des bras de pont peut être amené à être fabriqué en très grande quantité. Dans ce cas, il devra présenter une très grande cohésion mécanique tout en conservant ses aptitudes d'évacuation de la chaleur. Ainsi, comme illustré à la figure 7, il est prévu de

20 placer sous ce module de puissance une plaque métallique 109 formant embase au potentiel de masse. Cette embase est maintenue dans une ceinture isolante 110 réalisée avantageusement par surmoulage. Pour des raisons de tenue mécanique, cette ceinture est avantageusement réalisée avec du PPS. Un capot est fixé sur cette ceinture qui pour les mêmes raisons est également

25 en PPS.

Ce capot est fixé par exemple au moyen de vis 119 qui pénètrent dans la ceinture 110.

A l'intérieur du module de puissance, sous le capot 105 du module de

30 puissance, un matériau de remplissage 120 peut être déposé pour remplir les espaces libres autour des composants électroniques et entre les connexions filaires par exemple de type wire bonding. Ce matériau 120 de remplissage, outre sa fonction d'étanchéité, présente l'avantage de renforcer la cohésion mécanique du support formé par les traces métalliques et la résine qui les

35 entoure.

Dans le mode de réalisation illustré à la figure 7 un isolant électrique et thermoconducteur est placé entre l'embase métallique 109 et la face inférieure

114 des traces métalliques. Comme décrit précédemment dans la figure 8 cet isolant 108 électrique thermoconducteur peut être du TVI ou une résine thermoplastique thermoconductrice à changement de phase. Avantageusement, cet isolant est collé sur ses deux faces, d'une part du côté des traces métalliques et d'autre part du côté de l'embase métallique 109. Ainsi, cette embase assure une protection efficace envers les traces métalliques et permet ainsi d'obtenir un module de bonne cohésion mécanique et de manipulation aisée.

Cette embase 109 est réalisée dans une matière thermoconductrice et fait partie de l'élément dissipateur en contact avec la face inférieure 114 des traces métalliques à refroidir.

Comme visible à la figure 7 un doigt 106, avantageusement issu de matière du capot de protection 105, vient en appui contre au moins une trace métallique. Dans le cas où un matériau de remplissage 120 est introduit au dessus des composants électroniques, alors le matériaux de remplissage se place autour de ce doigt.

Ce doigt contribue d'une part à assurer une bonne cohésion mécanique, de l'ensemble de ce module de puissance par formation d'un module rigide, et d'autre part, ce doigt, qui vient en pression contre la trace métallique lors de la fixation du capot par exemple par vissage, provoque un léger bombé 121 de la face inférieure 122 de l'embase métallique du module de puissance.

Ainsi selon l'invention, ce bombé de la face inférieure 122 du module de puissance contribue également à une bonne évacuation de la chaleur vers le dissipateur. En effet, lorsque le module de puissance est fixé par exemple par vissage sur le radiateur 133 au niveau des trous de vissage 111 alors le bombé, sous la pression de vissage assure un parfait plaquage du module de puissance contre l'élément dissipateur 13. En variante, un matériau thermoconducteur tel que du TVI, peut être placé entre le radiateur et le module de puissance. Le trou de vissage 111 qui passent selon un mode de réalisation à travers un trou 112 dans l'embase, peut également être réalisé par surmoulage pour sa partie supérieure en PPS pour résister aux efforts de vissage.

En variante, ce doigt 106 peut être remplacé par une paroi ou une portion de muret moulée sur une partie des traces lors de l'opération de moulage de la ceinture 110. Bien entendu, la hauteur de ce muret sera déterminée en sorte que l'opération de fixation du capot 105 exerce une pression suffisante sur ce muret pour provoquer un léger bombé de l'embase



109.

Les composants de puissance 11a et 11b sont reliés entre la masse est la sortie de phase du bobinage statorique. En mode démarreur, ils véhiculent de très forts courants. Les connexions à la masse doivent être les plus courtes  
5 possibles pour limiter les échauffements. Une solution consisterait par exemple à amener des plots de masse dans la ceinture 110 et de réaliser ces connexion vers ces plots. Toutefois, la longueur de ces fils serait assez longue.

Une autre solution visible sur la figure 7 consiste à atteindre la masse directement à partir de la plaque métallique 109 formant embase.

10 Selon un premier mode de réalisation comme visible aux figure 9 et 10, des bossages 123 sont réalisés sur l'embase. Ces bossages sont destinés à recevoir les fils de connexion 126 pour la formation du circuit de puissance. Ces connexions sont avantageusement de type wire-bonding. Lors de la réalisation de moulage de la résine au niveau des traces métalliques, il faut bien évidemment  
15 prévoir des évidements 124 dépourvus de résine pour autoriser le passage des plots 123 vers le haut. De même, l'isolant 108, tel que du TVI précité, devra avantageusement être prédécoupé pour pouvoir être positionné autour de ces plots 123. Une telle configuration présente l'avantage d'avoir des fils de connexion de courte longueur.

20 En variante et comme illustré à la figure 11, une ouverture dans la résine 107 et dans l'isolant 108 est réalisée de manière à atteindre directement l'embase métallique 109 constituant la masse. Cette solution permet également d'obtenir des fils de courte longueur.

25 La figure 12 illustre un mode de réalisation d'un module de puissance 250 pour alternateur-démarreur qui intègre toute l'électronique de puissance des trois bras de pont du circuit de commande et de redressement de l'alternateur-démarreur. Ainsi la référence 200 représente un sous-module de puissance. Ce sous-module correspond à l'électronique de puissance d'un bras  
30 de pont dédié à une sortie de phase du bobinage du stator de la machine électrique. Le lead-frame de chacun de ces sous-modules correspond par exemple à celui décrit à figure 6.

Ce mode de réalisation présente l'avantage d'être économique d'une part, en nombre de pièce à placer sur le dispositif de refroidissement, et d'autre  
35 part, en terme de rebut d'assemblage.

Avantageusement, chacun de ces sous-modules est séparé par une cloison 201. Cette cloison 201 ainsi que la ceinture périphérique 110 sont

avantageusement réalisée lors de la même opération de surmoulage. Avantageusement, ces cloisons et cette ceinture renferment des plots de connexions 202 et 203. Les plots 202 sont orientés vers les traces métalliques de puissance 104 et de commande 130. Ces plots 202 sont reliés aux traces  
5 métalliques précitées par des liaisons filaires de type wire-bonding. Pour connecter les traces métalliques de puissance aux plots 202 correspondants, il est prévu de mettre plusieurs liaisons filaires en parallèle pour véhiculer le courant sans échauffement excessif.

Les plots 205 de puissance sont directement connectés aux fils sorties  
10 de phase du bobinage du stator. Ce plot 205 est soumis à de fortes vibrations lors du fonctionnement de la machine électrique tournante. Les liaisons filaires 204 qui relient le plot 205 via le plot 202 correspondant constitue un découplage mécanique avec le sous-module de puissance qui contribue à augmenter la fiabilité du module de puissance.

15 Ces plots 202 débouchent vers le haut afin de pouvoir être accessibles au niveau des plots 203.

Un tel module peut être directement fixé sur un dissipateur externe 13.

Selon un premier mode d'assemblage, il est prévu de fixer, par exemple,  
20 par vissage, la ceinture 110 et les cloisons 201 sur le dissipateur externe. Dans les trois zones dédiées à chacun des sous-modules 200, on dépose sur le dissipateur externe une interface thermique et non conductrice. Avantageusement, cette interface consiste en une colle comportant des billes de verre, ces billes de verre jouant le rôle d'entretoise pour garantir une  
25 épaisseur constante entre la face supérieure du dissipateur et les sous-modules de puissance. On dépose ensuite sur cette colle le support constitué par le lead-frame et la résine thermoplastique correspondant à chacun de ces sous-modules. Bien évidemment toute autre interface thermique et isolante  
30 électriquement, telle que du TVI ou le ruban adhésif à double face peut également convenir. Selon un mode de réalisation, ce support correspond à celui décrit à la figure 8 à ceci près qu'il ne comporte pas la ceinture surmoulée 110. Dans ce mode de réalisation, les traces métalliques de puissance 104 sont directement en contact avec le dispositif de refroidissement à travers l'interface thermique ce qui contribue à une bonne évacuation de la chaleur en  
35 conséquence du faible nombre d'interfaces thermiques à traverser. En variante, il peut aussi être envisagé de coller un sous-ensemble tel que décrit aux figures 7 ou 8.

Avantageusement, chacun de ces sous-modules est testé avant son assemblage sur le dispositif de refroidissement externe.

Lorsque les sous-modules sont fixés sur le dispositif de refroidissement externe on réalise les connexions filaires 204 entre les traces métalliques 104, 130 et les plots d'interconnexion 202.

A ce stade du procédé d'assemblage du module de puissance, on recouvre avantageusement chacun de ces sous-module d'un gel 120 destiné à garantir l'étanchéité des puces et des connexions à l'humidité et aux pollutions extérieures.

Un capot 105 est enfin appliqué contre la partie supérieure de la ceinture 110. Au droit des plots 203, le capot comporte des ouvertures afin que ces plots 203 traversent le capot aux fins de connexions avec les signaux de puissance (sorties de phase, ou réseau de bord +Ua) ou avec les signaux de contrôle de l'unité de gestion 2.

Le module de puissance 250 tel que représenté à la figure 12 présente une forme rectangulaire. Bien entendu, ce module peut se présenter sous la forme d'un demi-arc de cercle pour s'adapter par exemple à l'arrière d'une machine électrique tournante. Il est possible de réaliser cette forme circulaire grâce à la technologie de réalisation du lead-frame de puissance précédemment décrite.

Comme visible à la figure 12, le module de puissance 250 permet d'obtenir une masse isolée accessible par les plots 203 situés dans la ceinture 110. L'avantage de cette masse isolée est justifié notamment lors de la commutation des forts courants qui perturbent les masses des autres équipements électriques.

Ce mode d'assemblage préférentiel, dans lequel on vient fixer des modules préalablement testés (bras de pont) présente l'avantage d'être très économique en terme de rebut comparativement à un procédé dans lequel on serait amené à braser en une seul passe toutes les puces formant l'ensemble des trois bras de pont.

**REVENDICATIONS**

1 - Module de contrôle et de puissance (100) d'un alternateur-démarreur pour véhicule automobile, connecté entre l'alternateur-démarreur (3), un réseau de bord (Ua) et une ligne de masse (GND) du véhicule, comportant :

- 5       - une unité de puissance (1) comprenant un pont de transistors à plusieurs branches (B1 - B3),  
         - une unité de contrôle (50) pour comparer une tension de phase ( $\phi$ ) de l'alternateur-démarreur avec une tension de référence (Ua, GND) et commander les transistors en fonction du résultat de la comparaison,  
10       caractérisé en ce que l'unité de contrôle (50) comprend :  
         - un driver (10, 20, 30) pour chaque branche du pont de transistors de l'unité de puissance (1), ledit driver étant connecté à proximité des transistors de la branche, et  
         - un circuit de gestion (2) pour commander les drivers.

- 15       2 - Module de contrôle et de puissance selon la revendication 1, caractérisé en ce que les drivers (10, 20, 30) et l'unité de puissance (1) forment un premier étage du module, le circuit de gestion (2) formant un second étage du module.

- 20       3 - Module de contrôle et de puissance selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le circuit de gestion (2) est éloigné des drivers.

4 - Module de contrôle et de puissance selon l'une quelconque des revendication 1 à 3, caractérisé en ce que le driver comporte, sur un premier coté, des connexions vers le circuit de gestion (2) et, sur un second coté, des connexions vers l'unité de puissance (1).

- 25       5 - Module de contrôle et de puissance selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il est intégré à l'intérieur du boîtier de l'alternateur-démarreur.

- 30       6 - Module de contrôle et de puissance selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que le premier étage est intégré à l'intérieur du boîtier de l'alternateur-démarreur et le second étage est à l'extérieur du boîtier de l'alternateur-démarreur.

7 - Module de contrôle et de puissance selon l'une des revendications 5 et 6, caractérisé en ce que chaque branche et le driver qui la pilote sont connectés à proximité d'une sortie de phase de l'alternateur-démarreur.

- 35       8 - Module de contrôle et de puissance selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que des commandes du circuit de gestion (2) sont communes à tous les drivers.

9 – Module de contrôle et de puissance selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que chaque transistor est un ensemble de transistors connectés en parallèle.

1/8

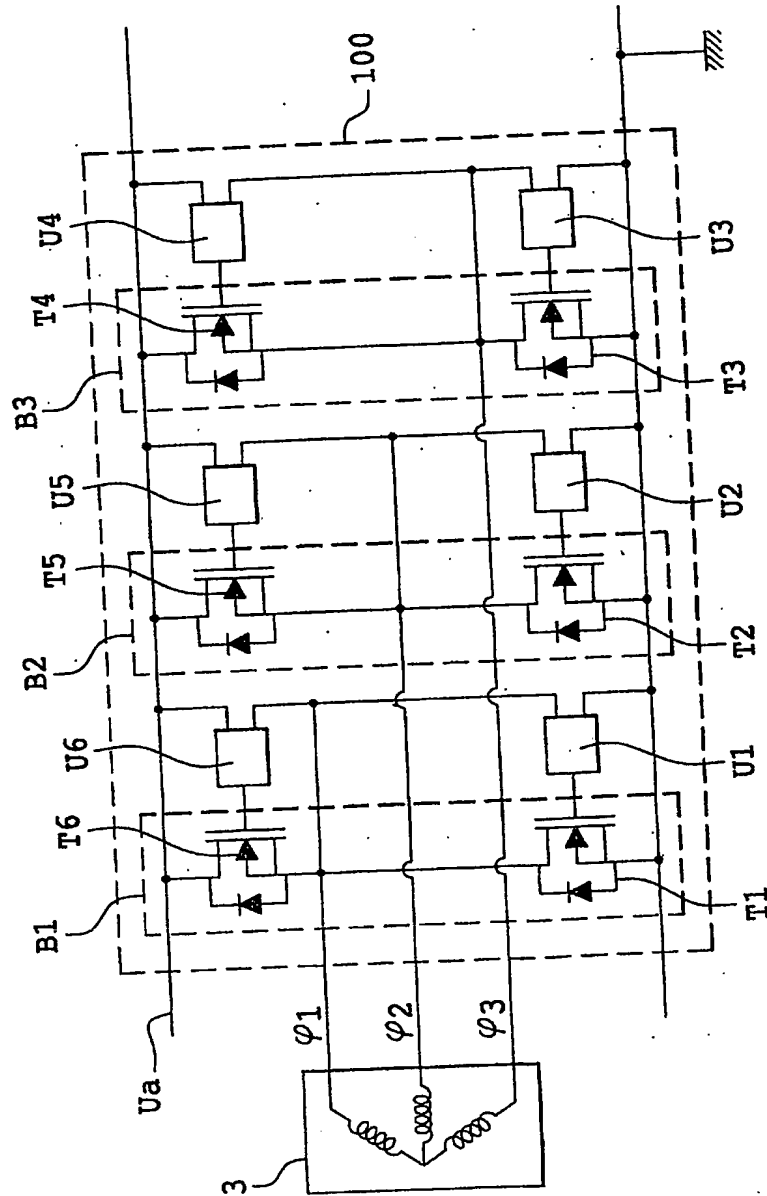
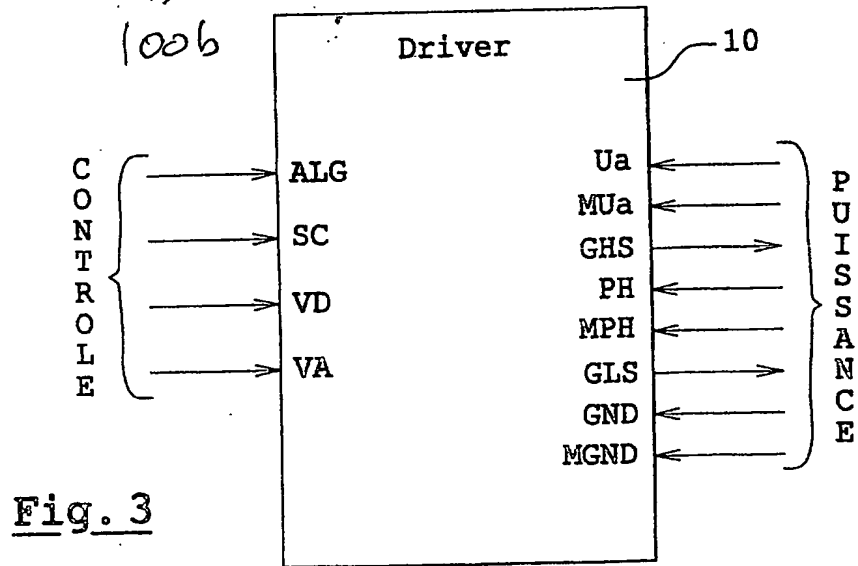
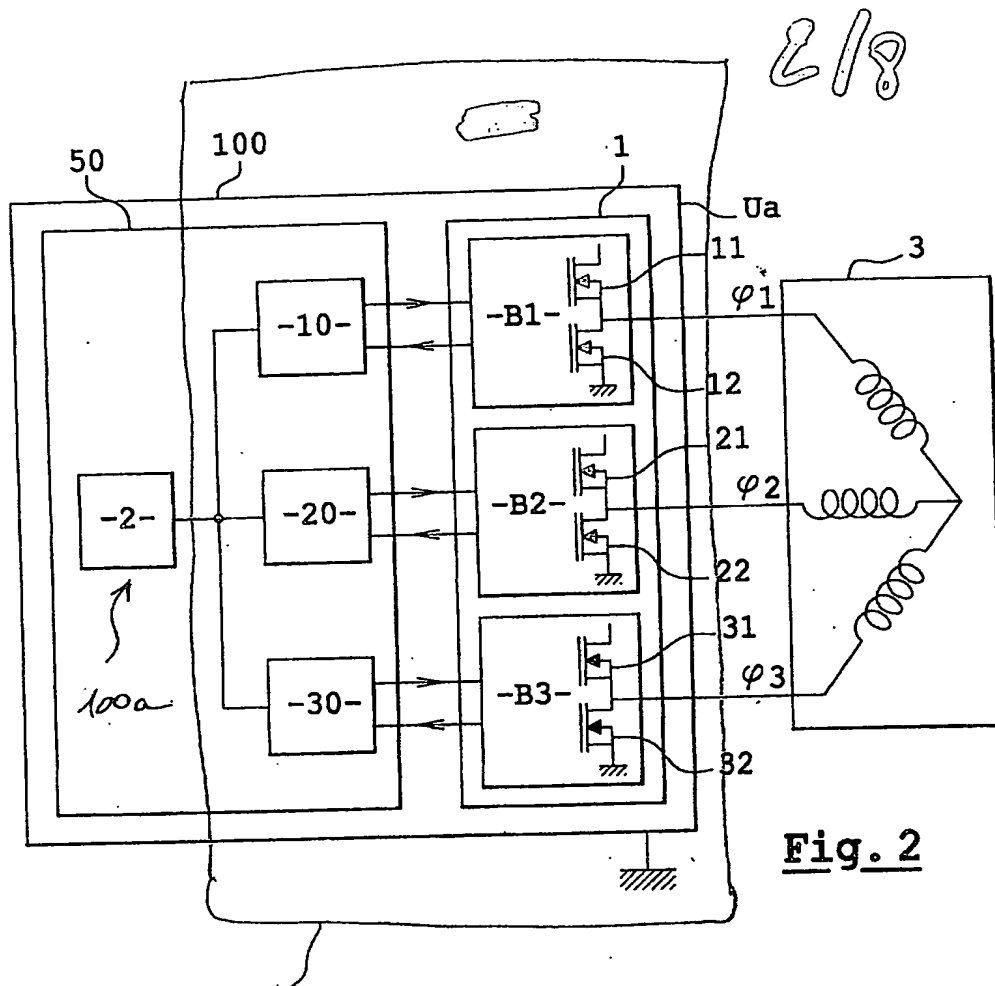
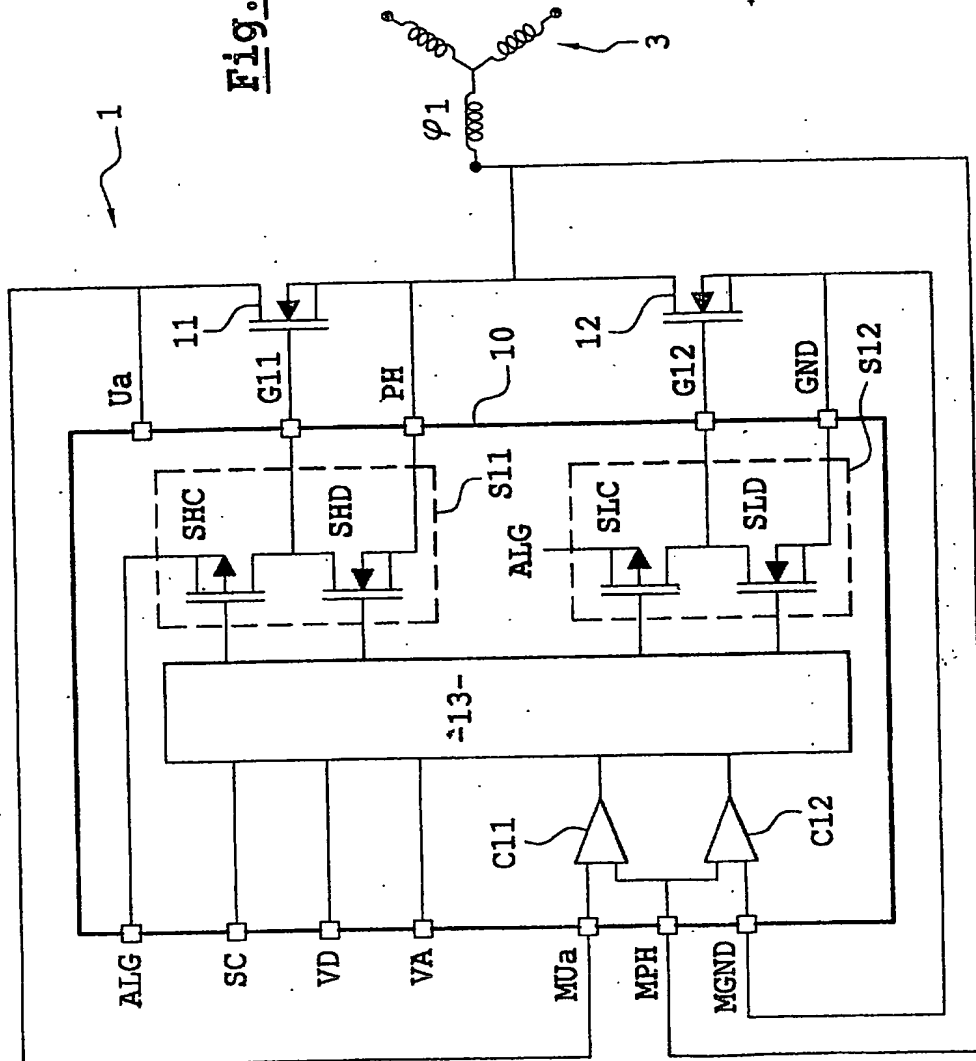


Fig. 1



3/8

**Fig. 4**





4/8

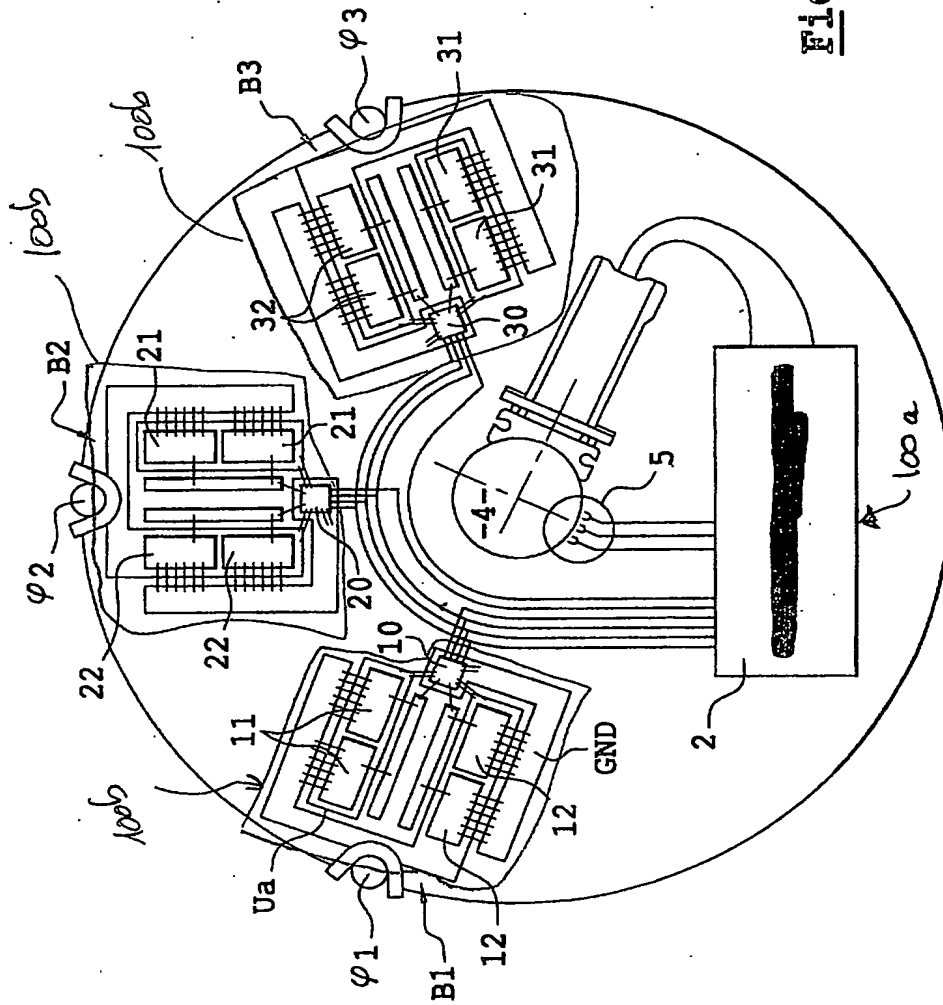


Fig. 5

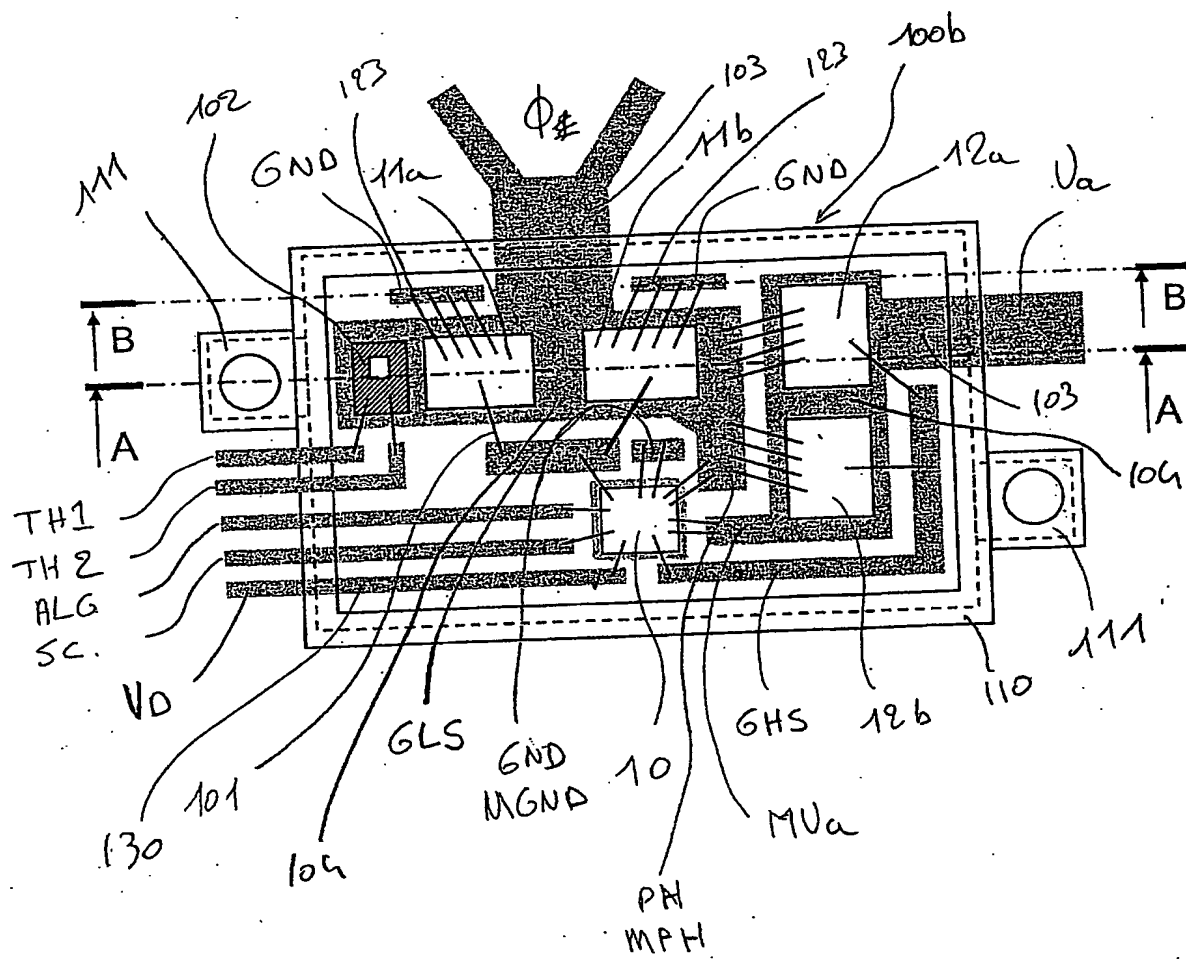


Fig 6

6/8

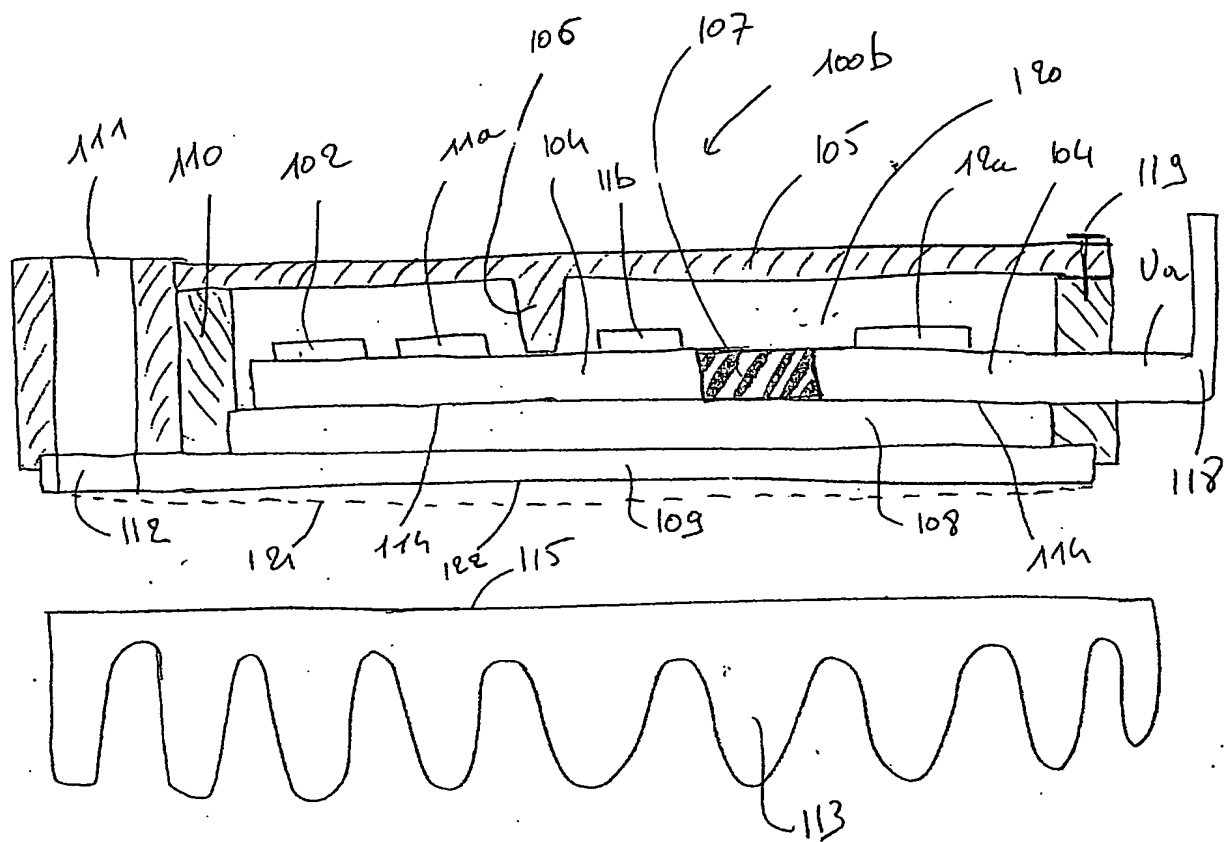


Fig. 7

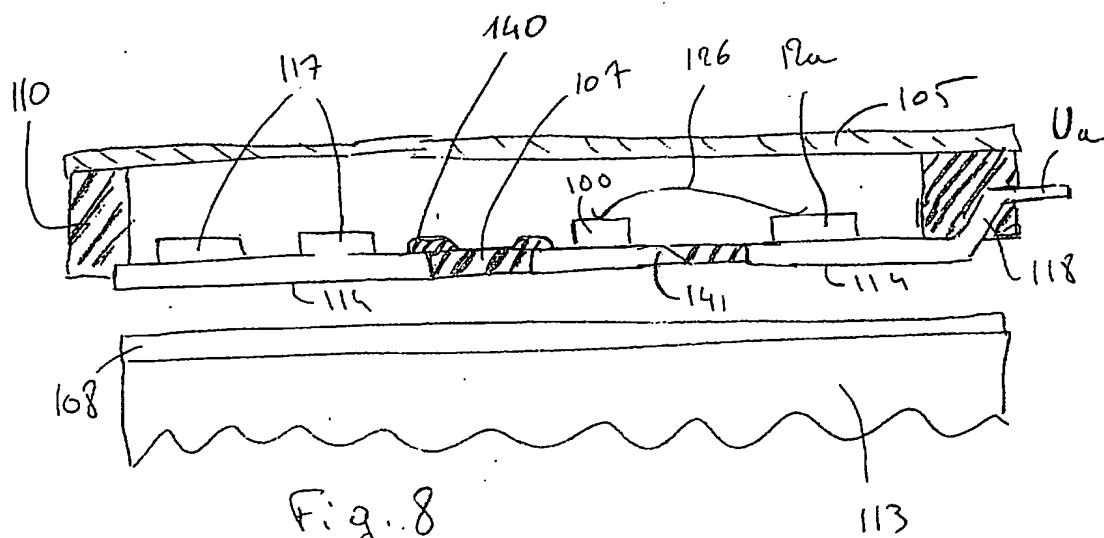


Fig. 8

7/8

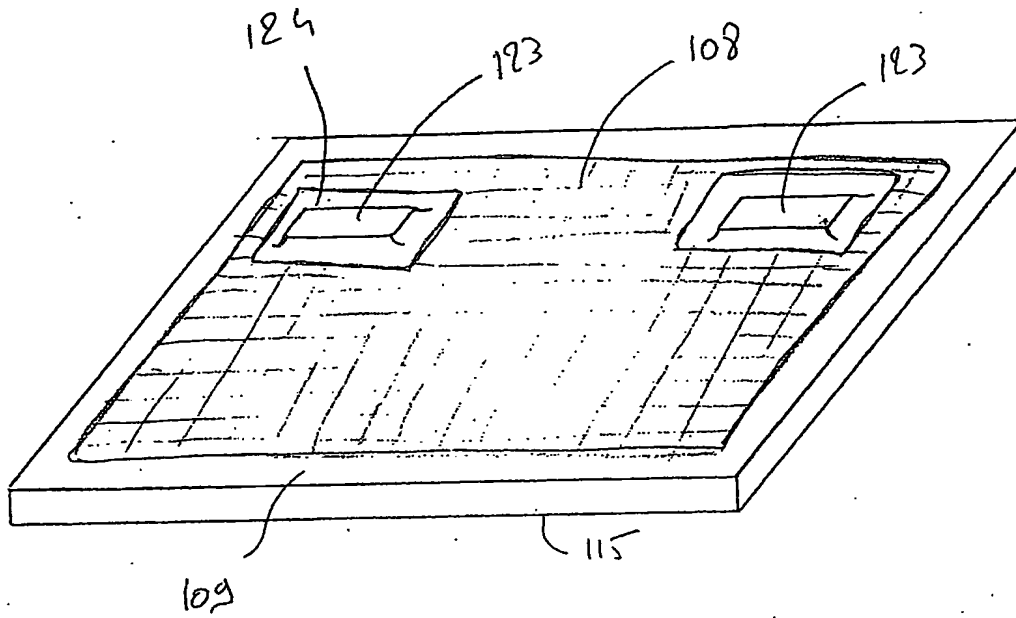


Fig 9

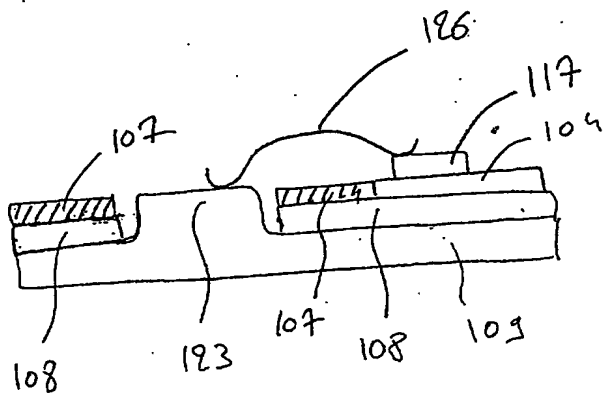


Fig. 10

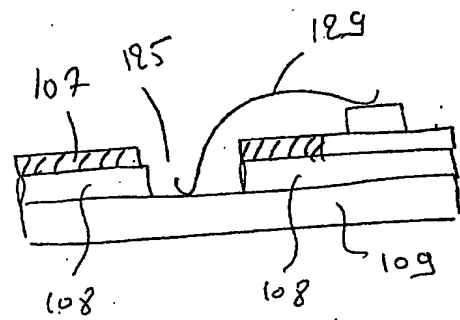


Fig 11

reçue le 11/07/03



DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11 235\*02

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1.. / 1..

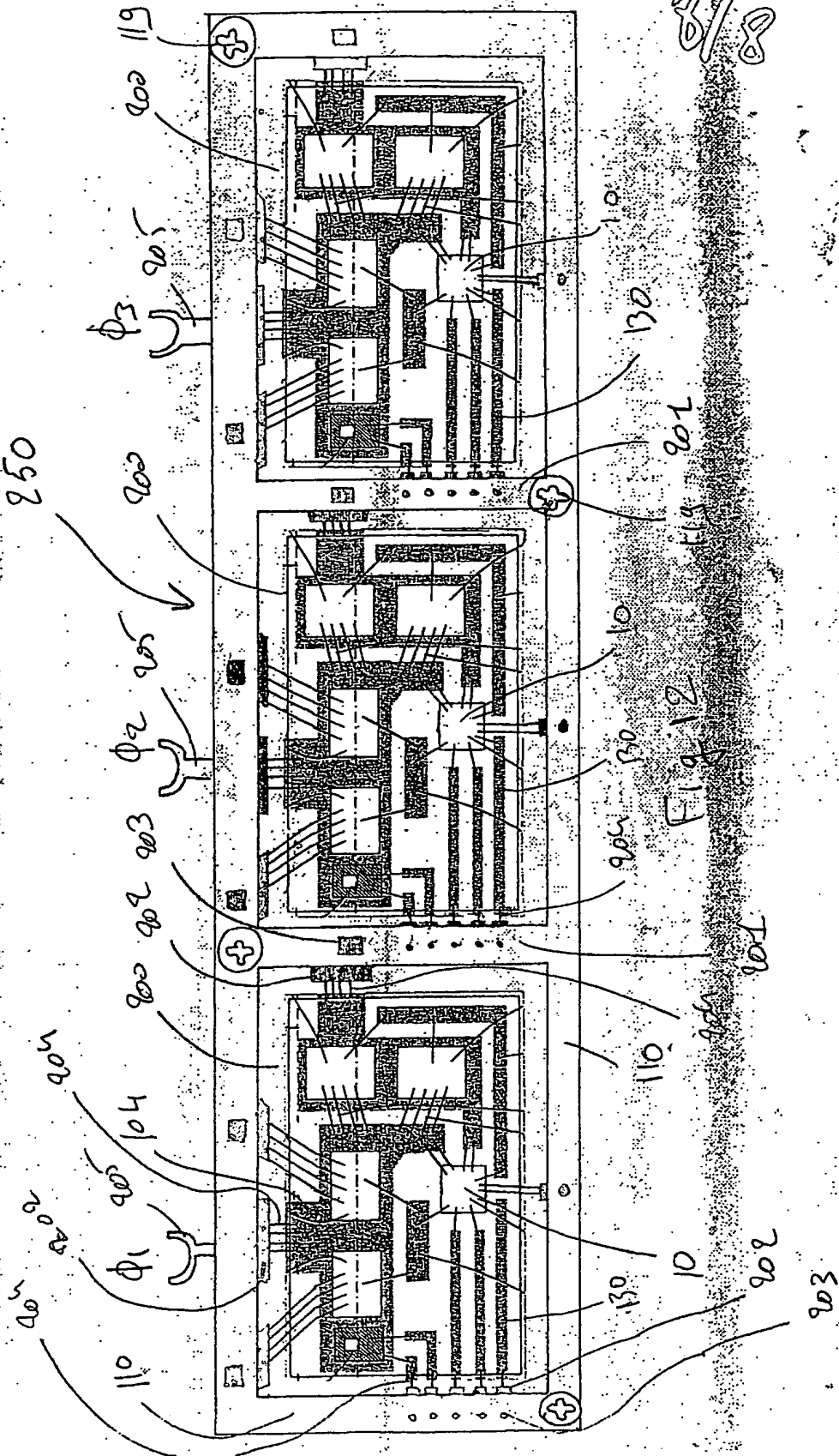
(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

08 113 W / 260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)		MFR0089BNI	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		03 07378	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) MODULE DE CONTRÔLE ET DE PUISSANCE D'UN ALTERNO-DÉMARREUR INTÉGRABLE			
LE(S) DEMANDEUR(S) : LETEINTURIER Pascal, représentant la société VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR - 2, rue André Bouille - 94017 Créteil cedex (FR).			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		PIERRET	
Prénoms		Jean-Marie	
Adresse	Rue	24 rue Sibuet	
	Code postal et ville	75012	PARIS (FR)
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		TAUVRON	
Prénoms		Fabrice	
Adresse	Rue	9 rue Emile Lécivain	
	Code postal et ville	91200	ATHIS-MONS (FR)
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		PFIFFER	
Prénoms		Jean, Julien	
Adresse	Rue	3, rue Rosalie	
	Code postal et ville	91230	MONTGERON (FR)
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) Le 26 Juin 2003  Pascal LETEINTURIER (PG 7603).			

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire.  
Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.



8/8

Fig. 12

PCT Application  
**FR0302092**



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**